

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-292388

(43)公開日 平成5年(1993)11月5日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04N 5/235				
G02B 7/28				
H04N 5/232	H	7811-2K	G02B 7/11	K

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全11頁)

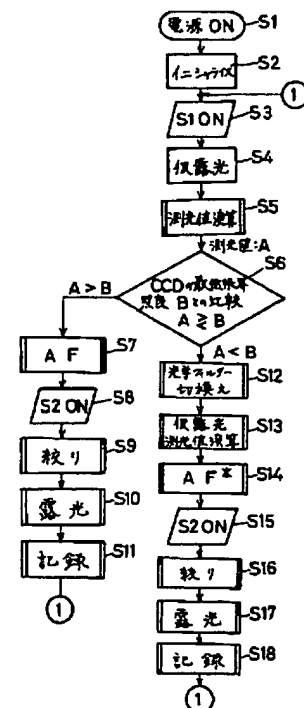
(21)出願番号	特願平4-87311	(71)出願人	000001270 コニカ株式会社 東京都新宿区西新宿 1 丁目26番 2 号
(22)出願日	平成4年(1992)4月8日	(72)発明者	皆木 隆志 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
		(72)発明者	鷹羽 哲史 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
		(72)発明者	長谷川 裕士 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
		(74)代理人	弁理士 笹島 富二雄

(54)【発明の名称】 撮像装置

(57)【要約】

【目的】 光学的な赤外線カットフィルターを有してなる撮像装置において、低照度の被写体像の撮影を可能にする。

【構成】 仮露光 (S4) によって CCD で得られた画像情報に基づいて被写体像の測光を行わせる (S5)。そして、前記測光値と、CCD における撮影最低照度とを比較し (S6)、測光値が最低照度を下回っているときには、赤外線カットフィルターを光路上から退避させ、代わりに紫外線カットフィルターを光路上に挿入する (S12)。そして、この状態での仮露光で得られる赤外線領域の画像データに基づいて可視光領域での測光データを補正し (S13)、また、赤外線領域を用いて測距を行わせ (S14)、実際の撮影を実行させる (S16~S18)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】被写体像を光学像に変換する光学系と、前記光学像を光電変換する固体撮像素子と、前記光学像における赤外線領域の長波長光を遮断する赤外線カットフィルターとを有してなる撮像装置であって、被写体像の照度と前記固体撮像素子の可視光領域における撮影最低被写体照度とを比較する照度比較手段と、該照度比較手段における比較結果に応じて前記光学像の光路上に対する前記赤外線カットフィルターの挿入と退避とを切り換え可能にした赤外線カットフィルター切り換え手段と、を備えてなる撮像装置。

【請求項 2】前記赤外線カットフィルター切り換え手段が、赤外線カットフィルターを光路上から退避させたときに、所定波長以下の光を遮断する短波長光カットフィルターを退避位置から光路上に挿入する構成であることを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 3】前記赤外線カットフィルター切り換え手段によって赤外線カットフィルターが光学像の光路上から退避されているときに前記固体撮像素子で得られた画像情報に基づいて、可視光領域における固体撮像素子の画像情報を補正する画像情報補正手段を設けたことを特徴とする請求項 1 又は 2 のいずれかに記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は撮像装置に関し、詳しくは、低照度の被写体像の撮影を可能にして輝度ダイナミックレンジの広い撮影を実現すると共に、低照度の被写体像の撮影においても高い精度の自動焦点調節（AF）及び自動露出調節（AE）を可能にした撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、撮影レンズによって被写体像を光学像に変換し、該光学像を CCD 等の固体撮像素子に受光させて光電変換させ、前記光学像に対応する電気信号を得られるようにした撮像装置が知られている。前記固体撮像素子は、例えば図 8 に示すように、赤外線領域（波長 750 ～ 800nm 以上の長波長光領域）においても感度を有するような受光感度特性を備えるのが一般的である。このため、可視光領域のデータのみを必要とする通常の撮影では、可視光領域の受光性能に悪影響を与えることになる不要な赤外線領域の光を遮断して撮影画像の画質を向上させるために、例えば図 9 に示すような透過特性を有する赤外線カットフィルターを、図 10 に示すように光学像の光路上に固定配置していた。

【0003】図 10 において、101 は CCD 等の固体撮像素子、102 は赤外線カットフィルター（水晶フィルタ）、103 はフォーカスレンズ、104 はズームレンズであり、前記フォーカスレンズ 103 はステッピングモータ 105 により光軸方向前後に移動され、また、ズームレンズ 104 はズームモータ 106 によってやはり光軸方向前後

に移動するようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、可視光量の少ない低照度の通常撮影時には、前記赤外線カットフィルターによる特定波長領域の光の遮断・減衰によって、固体撮像素子に対する受光量不足となり、良好な画像が得られなくなったり、撮影不可能になることがあり、前記赤外線カットフィルターによって撮影可能の最低照度を高めてしまうという問題があった。

【0005】このため、従来では、赤外線カットフィルターによる受光量の低下を補って低照度の被写体像の撮影を可能にするために、照明設備を備えて可視光量の増量を図ったり、超高感度の固体撮像素子や光学フィルターを用いるなどの工夫を必要としており、低照度撮影を可能にするためにコスト高や撮像装置の大型化を招いていた。

【0006】特開昭 63-39288 号公報には、前記赤外線カットフィルターを光路上から選択的に退避させる構成が開示されているが、このものは、被写体画像の経時的な輝度変化から、赤外線透過率を変化させることによって、輝度変化のある被写体の温度輻射を測定し、火災などに対する監視精度を向上させることを目的としたものであり、低照度条件における撮影画像の画質向上を図れる構成を有するものではなかった。

【0007】本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、固体撮像素子を用いた撮像装置において、十分な照度を有する被写体像の撮影においては不要な赤外線領域の光を遮断でき、かつ、低照度条件での撮影時には、赤外線カットフィルターによって固体撮像素子の受光量が減少されてしまうことを回避できる撮像装置を提供し、輝度ダイナミックレンジの広い高画質の撮影が低照度条件で行えるようにすることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】そのため本発明にかかる撮像装置は、被写体像を光学像に変換する光学系と、前記光学像を光電変換する固体撮像素子と、前記光学像における赤外線領域の長波長光を遮断する赤外線カットフィルターとを有してなる撮像装置であって、図 1 に示すように、被写体像の照度と前記固体撮像素子の可視光領域における撮影最低被写体照度とを比較する照度比較手段と、該照度比較手段における比較結果に応じて前記光学像の光路上に対する前記赤外線カットフィルターの挿入と退避とを切り換え可能にした赤外線カットフィルター切り換え手段と、を備えて構成される。

【0009】ここで、前記赤外線カットフィルター切り換え手段が、赤外線カットフィルターを光路上から退避させたときに、所定波長以下の光を遮断する短波長光カットフィルターを退避位置から光路上に挿入する構成とすると良い。また、前記赤外線カットフィルター切り換え手段によって赤外線カットフィルターが光学像の光路

上から退避されているときに前記固体撮像素子で得られた画像情報に基づいて、可視光領域における固体撮像素子の画像情報を補正する画像情報補正手段を設けると良い。

【0010】

【作用】かかる構成の撮像装置によると、被写体像の照度が固体撮像素子の可視光領域における撮影最低被写体照度を下回るときには、光学像の光路上から赤外線カットフィルターを退避させることが可能であり、赤外線カットフィルターを退避させることで赤外線カットフィルターによる減衰分を無くして撮影を可能とする。

【0011】また、赤外線カットフィルターを光路から退避させているときに、代わりに短波長光カットフィルターを光路上に挿入させれば、紫外線領域などの低照度撮影時に不要な短波長光を遮断できる。また、赤外線カットフィルターが光学像の光路上から退避されているときに固体撮像素子で得られた画像情報に基づいて、可視光領域における固体撮像素子の画像情報を補正すれば、例えば固体撮像素子を用いた測光において、可視光領域では高精度な測光が困難な低照度の被写体像の撮影であっても、赤外線領域での感度特性を用いて可視光領域の画像情報を補正することで、固体撮像素子を用いた測光を可能にし得る。

【0012】更に、補助光を用いて固体撮像素子による撮像画像から測距を行わせる構成の場合にも、上記のような補正を施すことで、暗所における高精度な測距が可能となる。

【0013】

【実施例】以下に本発明の実施例を説明する。図2は、本実施例における撮像装置の全体構成を示すブロック図である。この図2において、被写体像は、撮像光学系1（ズームレンズ、フォーカスレンズ、フロントレンズ等を含んで構成される撮影レンズ系）で光学像に変換された後、絞り2、光学フィルターユニット3を通過して固体撮像素子としてのCCD4に受光される。

【0014】前記CCD4では受光された光学像を光电変換して画像信号を出力し、この画像信号は、公知の増幅回路5、プロセス回路6、映像信号処理回路7を介した後に図示しない記憶回路に出力され、記憶媒体に記憶される。また、前記映像信号処理回路7からの画像信号出力は、AF（自動焦点調節）演算処理回路8及びAE（自動露出調節）演算回路9に出力され、該演算回路8、9でAF制御（測距）及びAE制御（測光）の演算がなされる。そして、前記AF制御及びAE制御の演算結果はCPU10に出力され、該CPU10は、前記演算結果に基づいてフォーカスレンズを動かすためのAFモータ11を制御すると共に、絞り2を駆動する絞りモータ12を制御する。

【0015】尚、メモリ13は、AF演算処理回路8で測距演算を行わせるために、一時的に画像信号を蓄えてお

くためのものである。また、前記CPU10は、CCD駆動回路14を介して、CCD4の電荷転送などを制御すると共に、前記AF演算処理回路8及びAE演算回路9などの制御も行う。

【0016】ここで、図2に示す構成では、AE制御が、CCD4からの画像信号に基づいて行われる構成としてあるが、図2中に点線で囲んで示してある外部測光ユニット15を設け、この外部測光ユニット15による測光結果を用いてAE制御を行わせる構成であっても良く、また、CCD4からの画像信号を用いたAE制御において補助的に前記外部測光ユニット15による測光結果を用いるようにしても良い。

【0017】前記外部測光ユニット15は、測光用レンズ15a、測光素子15b、測光回路15cから構成されている。また、エレクトロニック・ビュー・ファインダー（EVF）を備える場合には、前記映像信号処理回路7の画像信号出力を、EVFの表示画面として利用すれば良い。

【0018】一方、前記光学フィルターユニット3は、赤外線カットフィルターと紫外線カットフィルター（短波長光カットフィルター）とを備え、フィルターユニットアクチュエータ16によって、前記赤外線カットフィルターと紫外線カットフィルターとのいずれか一方を光学像の光路上に介在させることができるようになっており、前記フィルターユニットアクチュエータ16も前記CPU10によって制御される。

【0019】前記赤外線カットフィルターは、赤外線領域、換言すれば、所定波長以上の光を遮断する光学フィルターであり（図9参照）、また、前記紫外線カットフィルターは、紫外線領域、換言すれば、所定波長以下の光を遮断する光学フィルターである。前記光学フィルターユニット3及びフィルターユニットアクチュエータ16（赤外線カットフィルター切り換え手段）の具体的な構成例を、図3～図5に示してある。

【0020】図3は、フィルターユニットアクチュエータ16として電磁アクチュエータ（プランジャ）21を用いた構造を示しており、回転可能に支持されるフィルター枠22の同心円上に設けた2つの貫通孔部分にそれぞれ赤外線カットフィルター18と紫外線カットフィルター19とを設けてある。前記フィルター枠22は、バネ23によって図3中にBで示す回転方向に付勢されており、一方、フィルター枠22のB回転方向の前端部に当接するピンを備えた回転リンク24は、図中A方向にフィルター枠22を押し戻すように付勢されている。電磁アクチュエータ21の鉄心を伸長させると、回転リンク24による負荷に抗してフィルター枠22がB方向に回転して、図中に点線で示す位置まで変位し、この状態で電磁アクチュエータ21の鉄心を引っ込めると、回転リンク24による付勢力によってフィルター枠22はA方向に回転して、実線で示す位置に戻る。

【0021】かかる構成によって、電磁アクチュエータ21の鉄心先端から、フィルター枠22の接片が離れることなくフィルター枠22が連動し得るようにしてある。ここで、図中にCで示す図を貫通する方向の軸が光路軸と一致するようにしてあれば、フィルター枠22の実線位置では、紫外線カットフィルター19が光路上に挿入されて、赤外線カットフィルター18は光路上から退避されることになる。逆に、フィルター枠22の点線位置では、赤外線カットフィルター18が光路上に挿入されて、紫外線カットフィルター19は光路上から退避されることになる。

【0022】尚、上記構成において、赤外線カットフィルター18、紫外線カットフィルター19、フィルター枠22、バネ23、回転リンク24によって光学フィルターユニット3が構成され、電磁アクチュエータ21がフィルターユニットアクチュエータ16に相当する。また、図4に示す例では、ステッピングモータ31の回転軸の回転を、ギヤ列32を介して円板状のフィルター枠33の回転軸に伝え、ステッピングモータ31の回転制御に応じてフィルター枠33を回転させるものである。ここでも、円板状のフィルター枠33の同一円周上に2つの貫通孔を開口させ、これらに赤外線カットフィルター18と紫外線カットフィルター19とそれぞれ設けてある。

【0023】ここで、前記フィルター枠33には、その初期回転位置を検出する始端検出器34が付設されており、この始端検出器34で検出されるフィルター枠33の初期位置を基準として前記ステッピングモータ31の回転角を制御することによって、フィルター枠33の回転軸と平行でかつフィルターが設けられる円周に直交する光路軸に対して、赤外線カットフィルター18と紫外線カットフィルター19とのいずれか一方を選択的に投入させることができるものである。

【0024】尚、図4に示す構成では、赤外線カットフィルター18、紫外線カットフィルター19、フィルター枠33が光学フィルターユニット3を構成し、ステッピングモータ31、ギヤ列32、始端検出器34によってフィルターユニットアクチュエータ16が構成される。更に、図5に示す例では、DCモータ41の回転をギヤ列42で減速させ、これを円板状のフィルター枠43の回転軸に伝えることによって、円板状のフィルター枠43を低速で回転させ、フィルター枠43に設けられた赤外線カットフィルター18と紫外線カットフィルター19とのいずれか一方を選択的に光路軸に投入させる構成となっている。

【0025】前記フィルター枠43には、光路軸に赤外線カットフィルター18が挿入される回転位置と、光路軸に紫外線カットフィルター19が挿入される回転位置との2つの回転位置を検出するフィルター位置検出器44が付設されており、一方、DCモータ41には、該DCモータ41の回転軸に軸支させた回転羽根46を挟んで発光素子と受光素子とを配置してなる回転検出用のフォトセンサ45が付設されている。そして、前記フォトセンサ45で検出さ

れるDCモータ41の回転角と前記フィルター位置検出器44による検出結果とに基づいて、赤外線カットフィルター18と紫外線カットフィルター19とのいずれか一方を光路軸上に挿入できる構成としてある。

【0026】尚、図5に示す構成では、赤外線カットフィルター18、紫外線カットフィルター19、フィルター枠43が光学フィルターユニット3を構成し、DCモータ41、ギヤ列42、フィルター位置検出器44、フォトセンサ45によってフィルターユニットアクチュエータ16が構成される。光学フィルターユニット3及びフィルターユニットアクチュエータ16の構成例として、フィルター枠を回転駆動させるタイプの3例を示したが、かかる構成例に限定されるものではなく、リニアモータやウォームギヤ等を用いてフィルターを直線的に移動させる構成であっても良い。また、アクチュエータを使用せずに、直接撮影者が切り換え操作できるよう構成したマニュアル駆動機構も可能である。

【0027】次に、上記の光学フィルターユニット3及びフィルターユニットアクチュエータ16による赤外線カットフィルター18、紫外線カットフィルター19の切り換え制御を含む本実施例の撮像装置における撮影制御を、図6のフローチャートに従って説明する。まず、電源が投入されると(S1)、各種のイニシャライズ処理を行う(S2)。ここで、光学フィルターの初期位置は、赤外線カットフィルター18を光路上に挿入し、紫外線カットフィルター19を光路外に退避させている状態である。

【0028】次いで、撮影スイッチ(図示省略)がS1(第1段階)の位置まで操作されると(S3)、CCD4を仮露光させて(S4)、被写体像の照度(測光値)Aの演算を行わせる(S5)。ここで、予め設定されたCCD4の可視光領域における撮影最低被写体照度Bと、前記演算された被写体像の照度(測光値)Aとを比較し(S6)、測光値Aが最低照度Bを上回るときには、通常に赤外線カットフィルター18を介在させた状態で撮影できるものと判断する。尚、前記S6の部分が、照度比較手段に相当する。

【0029】そして、赤外線カットフィルター18を光路上に位置させたままの状態、CCD4の撮像結果(可視光領域の画像信号)に基づく自動焦点調節(AF)を行い(S7)、撮影スイッチがS2(第2段階)位置まで操作されると(S8)、自動露出調節(AE)によって絞りを制御した後(S9)撮影露光(本露光)を行い(S10)、CCD4から得られた画像信号を記憶媒体に記録する(S11)。

【0030】ここで、赤外線カットフィルター18によって可視光領域の受光特性に悪影響を与える赤外線領域の光を遮断してCCD4に露光させることができるから、撮影画像の画質向上を図れるものである。一方、仮露光によって得られた測光値(被写体像の照度)のデータAが、撮影最低被写体照度Bを下回ると判断されたときに

は (S 6) 、前述のようなフィルターユニットアクチュエータ 16 によって光学フィルターユニット 3 を駆動して、赤外線カットフィルター 18 を光路外に退避させる一方、退避位置にあった紫外線カットフィルター 19 を光路上に挿入させる (S 12) 。

【 0 0 3 1 】次いで、紫外線カットフィルター 19 を通過した光学像を C C D 4 に仮露光させ、測光値の演算 (被写体照度の演算) を行わせる (S 13) 。ここでは、赤外線カットフィルター 18 が退避され、C C D 4 が赤外線領域にも感応して信号出力するようになるから、この状態で得られる C C D 4 の赤外線領域 (長波長領域) での感度特性の違いに応じて前記 S 5 における可視光領域の測光データを補正するようにしている。

【 0 0 3 2 】これにより、可視光領域で測光精度が悪化する低照度の被写体像であっても、最適な絞り (露出) 制御を行えるものである。尚、前記 S 13 の部分が画像情報補正手段に相当する。また、自動焦点調節制御 (A F) においては、赤外線カットフィルター 18 が光路上から退避され、C C D 4 が赤外線領域にも感応することを利用して、赤外線領域を用いて自動焦点調節を行わせ、可視光領域のデータからは高精度な測距が困難な低照度の被写体像の撮影における自動焦点調節を可能にしている (S 14) 。

【 0 0 3 3 】ここで、撮影スイッチが S 2 (第 2 段階) 位置まで操作されると (S 15) 、自動露出調節 (A E) によって絞りを制御した後 (S 16) 撮影露光 (本露光) を行い (S 17) 、C C D 4 から得られた画像信号を記憶媒体に記録する (S 18) 。このように低照度の被写体像の撮影においては、赤外線カットフィルター 18 を光路上から退避させるから、C C D 4 の感度を増大させたり、照明装置によって被写体照度を増大させなくても、必要十分な光量を C C D 4 に与えて低照度の被写体像を撮影することが可能となる。

【 0 0 3 4 】更に、低照度の被写体像を撮影するために赤外線カットフィルター 18 を退避させるときには、代わりに、紫外線カットフィルター 19 を光路上に挿入させるから、この紫外線カットフィルターによって低照度の被写体像を撮影するときには不要な短波長光の混入を防ぐことができる。このため、C C D 4 を用いた高精度な A F , A E 制御と相まって高画質な輝度ダイナミックレンジの広い撮影を実現できるものである。

【 0 0 3 5 】ところで、撮像装置がストロボを備える場合には、低照度の被写体像を撮影するときはこのストロボによる照明によって被写体照度を増大させることができるから、低照度の被写体像であっても適当な照度レベルのときと同様にして、赤外線カットフィルター 18 を光路上に挿入した状態で撮影が可能である。しかし、実

際の撮影が行われる前に仮露光させて行われる C C D 4 を用いた自動焦点調節 (A F) などは、ストロボによる照明がない状態で行う必要があり、低照度の被写体像の場合には、赤外線カットフィルター 18 によって赤外線領域をカットされた可視光領域のデータからは高精度な自動焦点調節を行わせることは困難である。

【 0 0 3 6 】従って、低照度の被写体像のときには、ストロボによる照明が行われる撮像装置であっても、ストロボ発光前の測距段階においては、赤外線領域のデータを用いて自動焦点調節を行わせることが好ましい。ここで、上記のストロボ照明を伴う撮影に適した制御を図 7 のフローチャートに示してある。

【 0 0 3 7 】赤外線カットフィルター 18 を光路上に挿入した初期状態での仮露光によって、被写体像の照度 A を求め、かかる照度 A と C C D 4 の最低照度 B とを比較し、最低照度 B を実際の照度 A が上回るときの処理 (S 21 ~ S 31) は、前記図 6 のフローチャートにおける S 1 ~ S 11 の部分と同じであるので説明を省略し、実際の照度 A が最低照度 B を下回るときの制御についてのみに以下に説明する。

【 0 0 3 8 】まず、仮露光によって演算された測光値 (被写体照度) A が最低照度 B を下回っているときには (S 26) 、赤外線カットフィルター 18 を光路上から退避させ、代わりに紫外線カットフィルター 19 を光路上に挿入させる (S 32) 。この状態で C C D 4 に仮露光させて (S 33) 、かかる赤外線カットフィルター 18 を退避させた状態で C C D 4 から得られる赤外線領域のデータを用いて、自動焦点調節 (A F) 用の測距演算及び該測距演算結果を用いたフォーカスレンズの移動を行わせる (S 34) 。

【 0 0 3 9 】また、前記自動焦点調節用の仮露光で得られた画像を、E V F に表示させる (S 35) 。ここでは、照明されない低照度の被写体像の撮影結果を表示することになるが、赤外線カットフィルター 18 を退避させてあることで、C C D 4 に対する受光量を増大させ、目視確認が可能な表示状態を得られる。そして、撮影スイッチが S 2 (第 2 段階) 位置まで操作されると (S 36) 、光路上から退避させていた赤外線カットフィルター 18 を光路上に戻し、逆に、光路上に挿入されていた紫外線カットフィルター 19 を光路上から退避させる (S 37) 。

【 0 0 4 0 】このとき、自動焦点調節による焦点位置は赤外線カットフィルター 18 を退避させていた状態に適合しているから、赤外線カットフィルター 18 を挿入することによる焦点位置のずれを補正する必要が生じるが、前記焦点位置のずれ量 D は、以下の式で求められる。

【 0 0 4 1 】

【数 1】

$$D = (t_1 \cdot (2n_d - 1) / n_d) - (t_2 \cdot (2n_\lambda - 1) / n_\lambda) \quad (9)$$

$$n_d^2 = A_1 + A_2 \cdot \lambda_d^2 + A_3 \cdot \lambda_d^{-2} + A_4 \cdot \lambda_d^{-4} + A_5 \cdot \lambda_d^{-6} + A_6 \cdot \lambda_d^{-8} \quad (10)$$

$$n_\lambda^2 = A_1 + A_2 \cdot \lambda^2 + A_3 \cdot \lambda^{-2} + A_4 \cdot \lambda^{-4} + A_5 \cdot \lambda^{-6} + A_6 \cdot \lambda^{-8}$$

t_1 ; 赤外線カットフィルターの厚さ

t_2 ; 赤外線透過フィルター（紫外線カットフィルター）の厚さ

n_d ; 赤外線カットフィルターの d 線における屈折率

n_λ ; 赤外線透過フィルターの波長 λ における屈折率

λ_d ; d 線の波長、 λ ; 赤外線の波長

$A_1 \sim A_6$; 光学材料による定数（最小 2 乗法によって求まる）

【0042】赤外線カットフィルター18を光路上に戻すと（S37）、前記数1で求められる焦点位置ずれ量Dに基づく自動焦点調節の補正を行った後（S38）、自動露出調節に基づく絞り制御を、後述するストロボ発光に対応させて行う（S39）。ここで、実際にストロボを発光させて被写体像を照明し（S40）、かかる照明反射光をCCD4に露光させて撮像を行う（S41）。そして、前記CCD4から得られる画像信号を記憶媒体に記憶させて撮像を終了する（S42）。

【0043】前述のように赤外線カットフィルター18を退避させた状態で赤外線領域を用いて自動焦点調節させる構成であれば、ストロボ発光を伴わない低照度の被写体像であっても、CCD4を赤外線領域に感応させて、CCD4を用いた撮像を可能にし、以て、CCD4で撮影された画像信号を用いた高精度な測距及び良好なEV表示を行わせることが可能である。

【0044】然も、赤外線カットフィルター18をストロボ撮影に対応して光路上に挿入したときには、かかるフィルター挿入による焦点位置のずれ量Dを演算して、赤外線カットフィルター18を退避させた状態で決定した焦点位置を補正するから、赤外線カットフィルター18を挿入して行われるストロボ撮影時に焦点ずれが発生することを防止できる。

【0045】尚、上記実施例では、被写体像の照度と最低照度とを比較することで、低照度の被写体像を撮影するときには、自動的に赤外線カットフィルターを光路上から退避させるようにしたが、所定以下の照度の被写体像であることが検知されたときに、赤外線カットフィルターを外すことを促す警告を発し、マニュアル操作で赤外線カットフィルターを光路上から退避させるように構成することもできる。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明にかかる撮

像装置によると、赤外線カットフィルターを光路上に挿入した状態では撮影不能な低照度の被写体像の撮影であることを、被写体照度と所定の最低照度との比較に基づいて判断し、低照度撮影時には赤外線カットフィルターを光路上から退避させるようにしたので、低照度被写体像の撮影を可能にできると共に、低照度時の高精度なAF、AE制御を可能にできるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる撮像装置の基本構成を示すブロック図。

【図2】実施例のシステム構成を示すブロック図。

【図3】フィルターユニットの第1構成例を示す図。

【図4】フィルターユニットの第2構成例を示す図。

【図5】フィルターユニットの第3構成例を示す図。

【図6】フィルター切り換え制御を含む撮影制御の第1実施例を示すフローチャート。

【図7】フィルター切り換え制御を含む撮影制御の第2実施例を示すフローチャート。

【図8】固体撮像素子の受光感度特性を示す線図。

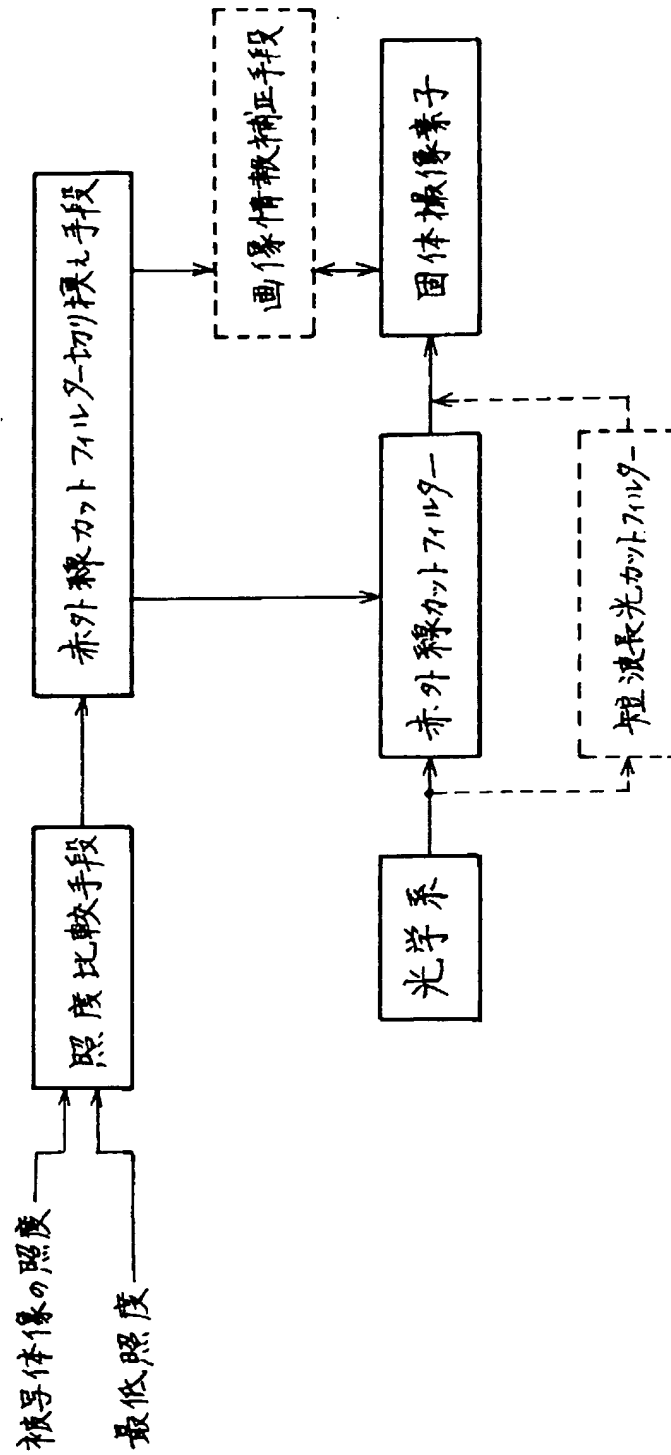
【図9】赤外線カットフィルターの透過特性を示す線図。

【図10】従来の赤外線カットフィルターの装着状態を示す光学系断面図。

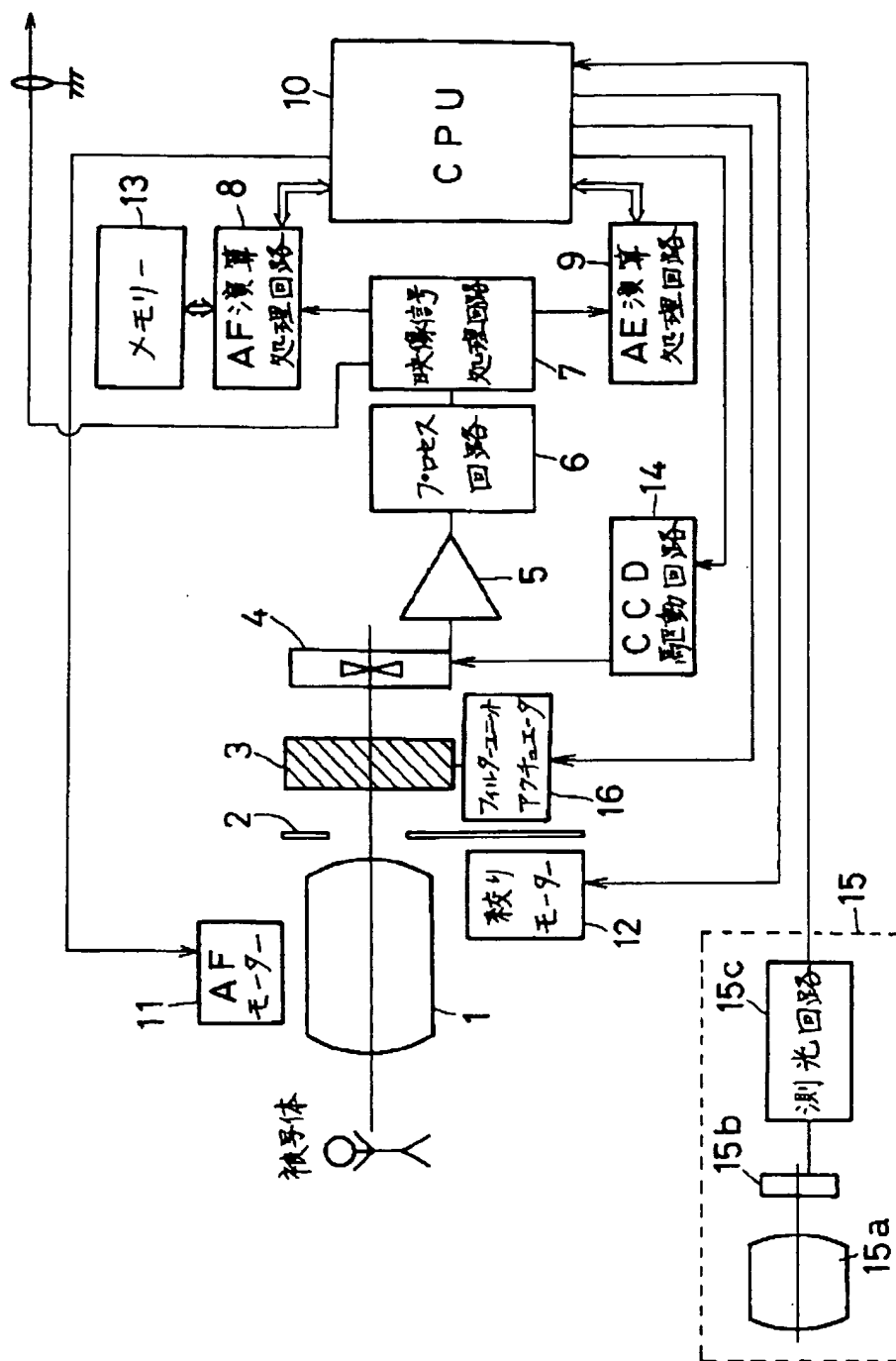
【符号の説明】

- 1 光学系
- 2 絞り
- 3 光学フィルターユニット
- 4 CCD（固体撮像素子）
- 8 AF演算回路
- 9 AE演算回路
- 10 CPU
- 11 AFモータ
- 12 絞りモータ

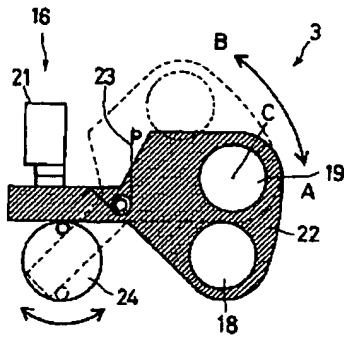
【図 1】



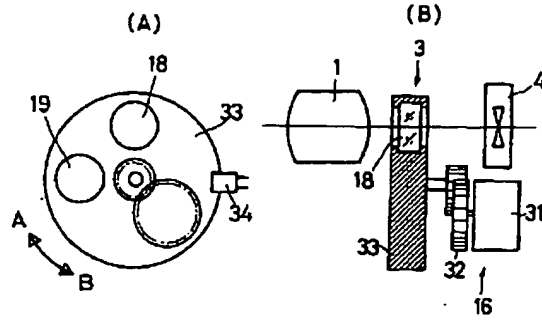
【図 2】



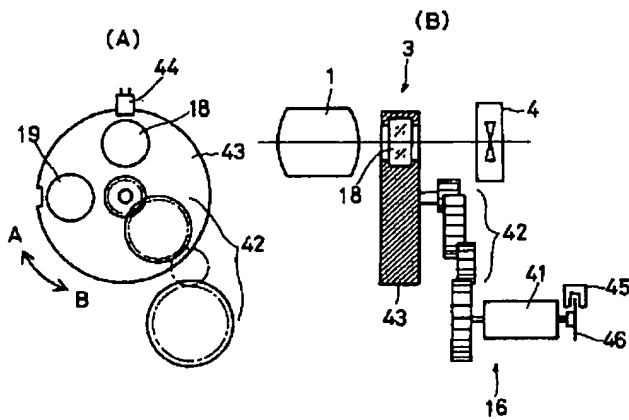
【図 3】



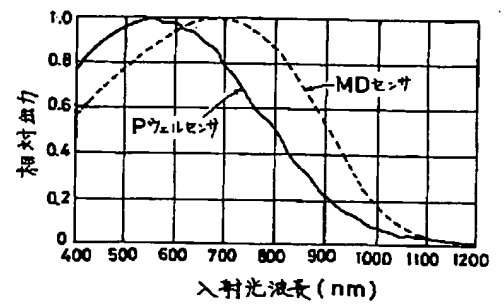
【図 4】



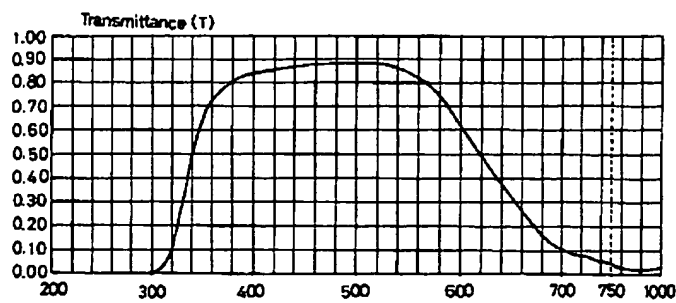
【図 5】



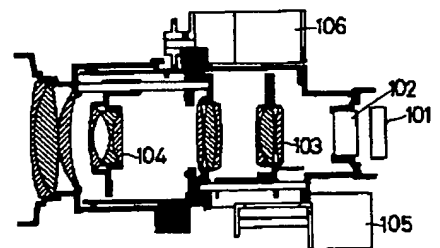
【図 8】



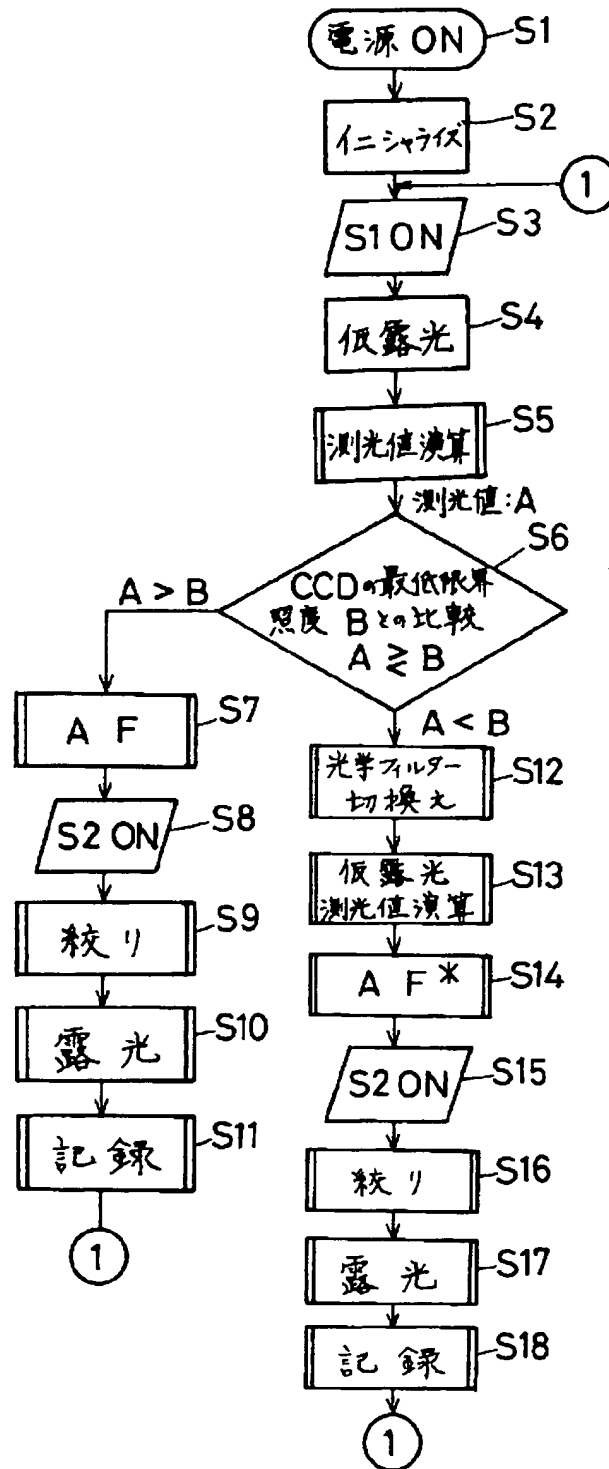
【図 9】



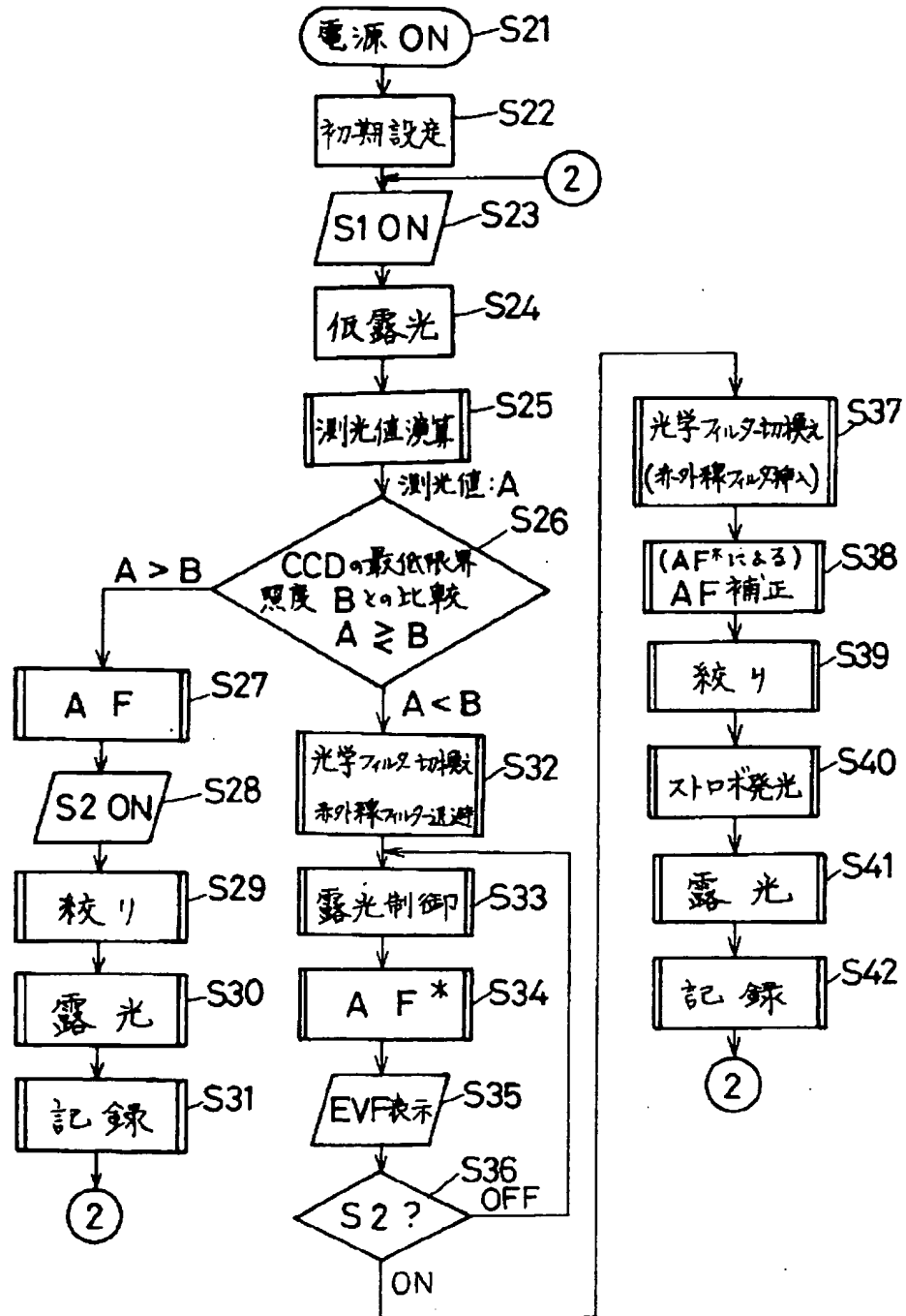
【図 10】



【図 6】



【図 7】



Date: August 5, 2005

Declaration

I, Michihiko Matsuba, President of Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd., of 16-3, 2-chome, Nogami-cho, Fukuyama, Japan, do solemnly and sincerely declare that I understand well both the Japanese and English languages and that the attached document in English is a full and faithful translation of the copy of Japanese Unexamined Patent No. Hei-5-292388 laid open on November 5, 1993.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'm. matsuba', with a long horizontal flourish extending to the right.

Michihiko Matsuba

Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd.

IMAGE PICKUP DEVICE

Japanese Unexamined Patent No. Hei-5-292388

Laid-open on: November 5, 1993

Application No. Hei-4-87311

Filed on: April 8, 1992

Inventor: Takashi MINAKI, et al.

Applicant: Konica Corporation

Patent Attorney: Fujio SASAJIMA

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION] Image pickup device

[Abstract]

[Object] In an image pickup device that includes an optical infrared cut filter, it is to enable the image pickup device to take a subject image having a low illuminance.

[Structure] Based on image information obtained by a CCD with temporary exposure (S4), the photometry of an image of a photographic subject is performed (S5). A comparison is then made between the photometry value and the photographic minimum illuminance in the CCD (S6). If the photometry value is below the minimum illuminance, the infrared cut filter is retracted

from an optical path, and, instead, an ultraviolet cut filter is inserted into the optical path (S12). Based on image data in an infrared region obtained by the temporary exposure in this state, photometry data in a visible-light region is corrected (S13). Further, ranging is performed using the infrared region (S14), and actual photography is performed (S16-S18).

[WHAT IS CLAIMED IS;]

[Claim 1] An image pickup device comprising an optical system that converts an image of a photographic subject into an optical image; a solid-state image pickup element that photoelectrically converts the optical image; and an infrared cut filter that blocks long-wavelength light in an infrared region in the optical image, the image pickup device further comprising:

an illuminance comparison means for making a comparison between illuminance of the subject image and photographic minimum subject illuminance in a visible-light region of the solid-state image pickup element; and

an infrared cut filter switching means for performing switching between insertion and retraction of the infrared cut filter into and from the optical path of the optical image in accordance with a comparison result in the illuminance comparison means.

[Claim 2] The image pickup device as recited in claim 1, characterized in that, when the infrared cut filter is retracted from the optical path, the infrared cut filter switching means inserts a short-wavelength light cut filter that blocks light below a predetermined wavelength into the optical path from a retracted position.

[Claim 3] The image pickup device as recited in claim 1 or 2, further comprising an image information correction means for correcting image information of the solid-state image pickup element in the visible-light region, based on the image information obtained by the solid-state image pickup element, when the infrared cut filter is retracted by the infrared cut filter switching means from the optical path of the optical image.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to an image pickup device, and more specifically, to an image pickup device capable of taking an image of a photographic subject having a low illuminance so that photography having a wide luminance dynamic range can be performed and capable of making an automatic focus adjustment (AF) and an automatic exposure adjustment (AE) with high accuracy even in taking a subject

image having a low illuminance.

[0002]

[Prior Arts] Conventionally, an image pickup device is known. The image pickup device converts a subject image into an optical image by means of a photographic lens and allows the optical image to be received and be subjected to a photoelectric conversion by means of a solid-state image pickup element, such as a CCD, so as to obtain an electric signal corresponding to the optical image. For example, as shown in FIG. 8, generally, the solid-state image pickup element has light-receiving sensitivity characteristics having sensitivity in an infrared region (a long-wavelength light area exceeding wavelengths 750 to 800nm). Therefore, in ordinary photography that needs only data in a visible-light region, an infrared cut filter that has transmission characteristics shown in, for example, FIG. 9 is fixedly disposed on an optical path of an optical image shown in, for example, FIG. 10, in order to improve the image quality of a photographic image by blocking unnecessary light in the infrared region that adversely affects the light-receiving performance in the visible-light region.

[0003] In FIG. 10, 101 is a solid-state image pickup element, such as a CCD, 102 is an infrared cut filter (crystal filter), 103 is a focus lens, and 104 is a zoom lens. The focus lens

103 is moved back and forth in the direction of an optical axis by means of a stepping motor 105, and, likewise, the zoom lens 104 is moved back and forth in the direction of the optical axis by means of a zoom motor 106.

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention] Meanwhile, a conventional problem resides in the fact that, when normal photography is performed in a state of a low illuminance small in the amount of visible light, light belonging to a specific wavelength region is blocked or attenuated by the infrared cut filter, and the amount of light received by the solid-state image pickup element becomes insufficient, and, as a result, it becomes impossible to obtain an excellent image or perform photography, thus allowing the infrared cut filter to raise a minimum illuminance with which photography can be performed.

[0005] Therefore, a conventional technique has been required to be carried out in such a way as to increase the amount of visible light by being provided with an illuminating device or as to use an ultrasensitive solid-state image pickup element or an ultrasensitive optical filter so that a subject image having a low illuminance can be taken by compensating for a decrease in the amount of received light caused by the infrared cut filter. Therefore, in order to perform photography with

a low illuminance, the cost has been raised, or the image pickup device has been enlarged.

[0006] Japanese Unexamined Patent Publication No. Sho-63-39288 discloses a structure in which the infrared cut filter is selectively retracted from the optical path. However, this structure aims to measure the temperature radiation of the subject having a change in luminance by changing the transmittance of infrared rays from a time-dependent change in luminance of an image of the subject and to improve monitoring accuracy with respect to, for example, a fire. This structure cannot improve the image quality of a photographic image taken under the condition of the low illuminance.

[0007] The present invention has been made in consideration of the foregoing problem. It is therefore an object of the present invention to provide an image pickup device using a solid-state image pickup element capable of blocking unnecessary light belonging to an infrared region when a photographic subject having a sufficient illuminance is photographed and capable of avoiding a decrease in the amount of received light of the solid-state image pickup element caused by an infrared cut filter when a photographic subject having a small illuminance is photographed, thus making it possible to photograph the subject under the condition of the low

illuminance so as to obtain a high image quality with a wide luminance dynamic range.

[0008]

[Means for Solving Problems] Therefore, the image pickup device according to the present invention is an image pickup device including an optical system that converts an image of a photographic subject into an optical image, a solid-state image pickup element that photoelectrically converts the optical image, and an infrared cut filter that blocks long-wavelength light in an infrared region in the optical image, and, as shown in FIG. 1, the image pickup device is structured to further include an illuminance comparison means for making a comparison between the illuminance of the subject image and the photographic minimum subject illuminance in a visible-light region of the solid-state image pickup element and an infrared cut filter switching means for performing switching between insertion and retraction of the infrared cut filter into and from the optical path of the optical image in accordance with a comparison result in the illuminance comparison means.

[0009] Herein, it is recommended to allow the infrared cut filter switching means to insert a short-wavelength light cut filter that blocks light below a predetermined wavelength into the optical path from a retracted position when the infrared cut

filter is retracted from the optical path. Additionally, it is recommended to further include an image information correction means for correcting image information of the solid-state image pickup element in the visible-light region, based on the image information obtained by the solid-state image pickup element, when the infrared cut filter is retracted by the infrared cut filter switching means from the optical path of the optical image.

[0010]

[Action] According to the thus structured image pickup device, the infrared cut filter can be retracted from the optical path of the optical image, and the retraction of the infrared cut filter therefrom makes it possible to cancel an attenuation portion caused by the infrared cut filter and perform photography when the illuminance of a subject image is below the photographic minimum subject illuminance in the visible-light region of the solid-state image pickup element.

[0011] Additionally, if the short-wavelength light cut filter, instead of the infrared cut filter, is inserted into the optical path when the infrared cut filter is retracted from the optical path, unnecessary short-wavelength light can be blocked when photography is performed with a low illuminance, for example, in the ultraviolet region. Still additionally, if the image

information of the solid-state image pickup element in the visible-light region is corrected based on the image information obtained by the solid-state image pickup element when the infrared cut filter is retracted from the optical path of the optical image, the photometry using the solid-state image pickup element can be performed by correcting the image information in the visible-light region while using sensitivity characteristics in the infrared region even if a photographic subject having a low illuminance, which has difficulty in performing the photometry with high accuracy in the visible-light region, is photographed, for example, in the photometry using the solid-state image pickup element.

[0012] Still additionally, when a structure is employed in which a ranging operation is performed based on an image taken by the solid-state image pickup element by use of auxiliary light, the ranging operation can be performed at a dark place with high accuracy by correcting image information in the same way as above.

[0013]

[Preferred Embodiment] An embodiment of the present invention will be hereinafter described. FIG. 2 is a block diagram showing the whole structure of an image pickup device according to this embodiment. In FIG. 2, an image of a photographic subject is

converted into an optical image by an image pickup optical system 1 (a photographic lens system made up of a zoom lens, a focus lens, a front lens, etc.). The optical image is then allowed to pass through a diaphragm 2 and an optical filter unit 3, and is received by a CCD 4 serving as a solid-state image pickup element.

[0014] In the CCD 4, the received optical image is photoelectrically converted, and a resulting image signal is output. This image signal is allowed to pass through a known amplifier 5, a process circuit 6, and a video signal processing circuit 7, is then output to a memory circuit not shown, and is stored in a storage medium. The image signal output from the video signal processing circuit 7 is output to an AF (automatic focus adjustment) arithmetic processing circuit 8 and to an AE (automatic exposure adjustment) arithmetic circuit 9. An arithmetical operation about AF control (ranging) and AE control (photometry) is performed by these arithmetic circuits 8 and 9. The calculation results of the AF control and the AE control are output to the CPU 10. Based on the calculation results, the CPU 10 controls an AF motor 11 used to move the focus lens and a diaphragm motor 12 used to drive the diaphragm 2.

[0015] The memory 13 is to temporarily store an image signal

in order to allow the AF arithmetic processing circuit 8 to perform the arithmetical operation of ranging. The CPU 10 controls, for example, the electric charge transmission of the CCD 4 through a CCD driving circuit 14, and also controls the AF arithmetic processing circuit 8, the AE arithmetic circuit 9, etc.

[0016] In the structure shown in FIG. 2, the AE control is performed based on the image signal emitted from the CCD 4. However, it is permissible to employ a structure in which an external photometry unit 15, which is enclosed by the dotted line as shown in FIG. 2, is provided, and the AE control is performed using a photometry result obtained by this external photometry unit 15. Alternatively, it is permissible to, in the AE control using an image signal emitted from the CCD 4, subordinately use a photometry result obtained by the external photometry unit 15.

[0017] The external photometry unit 15 is made up of a lens 15a used for photometry, a photometry element 15b, and a photometry circuit 15c. If an electronic view finder (EVF) is provided, it is recommended to use the image signal output of the video signal processing circuit 7 as a display screen of the EVF.

[0018] On the other hand, the optical filter unit 3 is made

up of an infrared cut filter and an ultraviolet cut filter (short-wavelength light cut filter). Either of the infrared cut filter and the ultraviolet cut filter can be disposed on the optical path of an optical image by a filter unit actuator 16. The filter unit actuator 16 is also controlled by the CPU 10.

[0019] The infrared cut filter is an optical filter to block light belonging to the infrared region, i.e., light exceeding a predetermined wavelength (see FIG. 9). The ultraviolet cut filter is an optical filter to block light belonging to the ultraviolet region, i.e., light below a predetermined wavelength. Concrete structural examples of the optical filter unit 3 and the filter unit actuator 16 (infrared cut filter switching means) are shown in FIGS. 3 to 5.

[0020] FIG. 3 shows a structure using an electromagnetic actuator (plunger) 21 as the filter unit actuator 16. An infrared cut filter 18 and an ultraviolet cut filter 19 are provided at two through-hole parts, respectively, which are formed on a concentric circle of a filter frame 22 rotatably supported. The filter frame 22 is urged by a spring 23 in a rotational direction indicated by B in FIG. 3. On the other hand, a rotation link 24 having a pin being in contact with the front end in the rotational direction of B of the filter frame 22 is urged

to push back the filter frame 22 in a direction of A in the figure. When the iron core of the electromagnetic actuator 21 is extended, the filter frame 22 is rotated in the direction of B against a load imposed by the rotation link 24, and is moved to a position indicated by the dotted line in the figure. When the iron core of the electromagnetic actuator 21 is retracted in this state, the filter frame 22 is rotated in the direction of A by an urging force generated by the rotation link 24, and returns to a position indicated by the solid line.

[0021] The thus formed structure enables the filter frame 22 to work in conjunction with other elements without separating a contact segment of the filter frame 22 from the front end of the iron core of the electromagnetic actuator 21. If an axis extending in a direction of C in the figure that passes through the drawing is designed to coincide with the axis of the optical path, the ultraviolet cut filter 19 is inserted into the optical path, and the infrared cut filter 18 is retracted from the optical path at the position indicated by the solid line of the filter frame 22. Conversely, the infrared cut filter 18 is inserted into the optical path, and the ultraviolet cut filter 19 is retracted from the optical path at the position indicated by the dotted line of the filter frame 22.

[0022] In the structure mentioned above, the optical filter

unit 3 is made up of the infrared cut filter 18, the ultraviolet cut filter 19, the filter frame 22, the spring 23, and the rotation link 24. The electromagnetic actuator 21 corresponds to the filter unit actuator 16. In the example shown in FIG. 4, the rotation of the rotational shaft of the stepping motor 31 is transmitted to the rotational shaft of a disk-shaped filter frame 33 through a gear train 32, and the filter frame 33 is rotated in accordance with the rotation control of the stepping motor 31. Likewise, two through-holes are formed on the same circumference of the disk-shaped filter frame 33 in this example, and the infrared cut filter 18 and the ultraviolet cut filter 19 are provided at the two through-holes, respectively.

[0023] Herein, the filter frame 33 is provided with an initial position detector 34 that detects the initial rotation position thereof. Either of the infrared cut filter 18 and the ultraviolet cut filter 19 can be selectively inserted into an optical path axis that is perpendicular to the circumference at which the filter is provided and that is parallel to the rotational shaft of the filter frame 33 by controlling the rotation angle of the stepping motor 31 based on the initial position of the filter frame 33 detected by the initial position detector 34.

[0024] In the structure shown in FIG. 4, the optical filter

unit 3 is made up of the infrared cut filter 18, the ultraviolet cut filter 19, and the filter frame 33, whereas the filter unit actuator 16 is made up of the stepping motor 31, the gear train 32, and the initial position detector 34. In the example shown in FIG. 5, the rotation of the DC motor 41 is retarded by the gear train 42, and is transmitted to the rotational shaft of the disk-shaped filter frame 43, whereby the disk-shaped filter frame 43 is rotated at low speed, and either of the infrared cut filter 18 and the ultraviolet cut filter 19 provided on the filter frame 43 is selectively inserted into the axis of the optical path.

[0025] The filter frame 43 is provided with a filter position detector 44 that detects two rotational positions, i.e., a rotational position at which the infrared cut filter 18 is inserted into the axis of the optical path and a rotational position at which the ultraviolet cut filter 19 is inserted into the axis of the optical path. On the other hand, the DC motor 41 is provided with a rotation detecting photosensor 45 including a light emitting element and a light receiving element between which a rotational blade 46 supported by the rotational shaft of the DC motor 41 is provided. Either of the infrared cut filter 18 and the ultraviolet cut filter 19 can be inserted into the axis of the optical path based on the rotation angle

of the DC motor 41 detected by the photosensor 45 and based on the detection result obtained by the filter position detector 44.

[0026] In the structure shown in FIG. 5, the optical filter unit 3 is made up of the infrared cut filter 18, the ultraviolet cut filter 19, and the filter frame 43, whereas the filter unit actuator 16 is made up of the DC motor 41, the gear train 42, the filter position detector 44, and the photosensor 45. Three examples having the type to rotate and drive the filter frame have been shown as structural examples of the optical filter unit 3 and the filter unit actuator 16. However, without being limited to these examples, it is possible to employ a structure in which the filter is linearly moved by using a linear motor, a worm gear, etc. Additionally, without using the actuator, it is possible to use a manual driving mechanism constructed so that a photographer can directly perform a switching operation.

[0027] Referring now to the flowchart of FIG. 6, a description will be given of the photographic control in the image pickup device according to this embodiment including the switching control of the infrared cut filter 18 and the ultraviolet cut filter 19 carried out by the optical filter unit 3 and the filter unit actuator 16. First, when a power source is turned on (S1),

various initializing processes are performed (S2). At this time, the initial position of the optical filter is in a state in which the infrared cut filter 18 has been inserted into the optical path, and the ultraviolet cut filter 19 has been retracted from the optical path.

[0028] Thereafter, when a photographic switch (not shown) is operated to the position of S1 (first step) (S3), the CCD 4 is temporarily exposed (S4), and the illuminance (photometry value) A of a subject image is calculated (S5). Herein, a comparison is made between a preset photographic minimum subject illuminance B in the visible-light region of the CCD 4 and the illuminance (photometry value) A of the subject image calculated above (S6). If the photometry value A exceeds the minimum illuminance B, it is judged that photography can be normally performed in a state in which the infrared cut filter 18 is inserted therein. The part of S6 mentioned above corresponds to an illuminance comparison means.

[0029] An automatic focus adjustment (AF) based on the image result (image signal in the visible-light region) is performed while placing the infrared cut filter 18 on the optical path (S7). When the photographic switch is operated to the position of S2 (second step) (S8), the diaphragm is controlled by an automatic exposure adjustment (AE) (S9). A photography

exposure (true exposure) is then performed (S10), and the image signal obtained from the CCD 4 is stored in the storage medium (S11).

[0030] Since light belonging to the infrared region that adversely affects light-receiving characteristics in the visible-light region can be blocked by the infrared cut filter 18 so as to expose the CCD 4 to light herein, the image quality of the photographic image can be improved. On the other hand, if it is judged that the data A of the photometry value (illuminance of the subject image) obtained by the temporary exposure is below the photographic minimum subject illuminance B (S6), the optical filter unit 3 is driven by the filter unit actuator 16, and the infrared cut filter 18 is retracted out from the optical path, whereas the ultraviolet cut filter 19 that has been placed at the retracted position is inserted into the optical path (S12).

[0031] Thereafter, an optical image that has passed through the ultraviolet cut filter 19 is subjected to a temporary exposure by the CCD 4, and the photometry value (the illuminance of the photographic subject) is calculated (S13). Since the infrared cut filter 18 is retracted and since the CCD 4 also outputs a signal in response to the infrared region here, the photometry data about the visible-light region in the

aforementioned step S5 is corrected in accordance with a difference in sensitivity characteristics in the infrared region (long wavelength region) of the CCD4 obtained in this state.

[0032] Hence, optimum diaphragm (exposure) control can be performed even if the image of the subject has a low illuminance in which the photometry accuracy deteriorates in the visible-light region. The part of the step S13 mentioned above corresponds to an image information correction means. In the automatic focus adjustment control (AF), the infrared cut filter 18 is retracted from the optical path, and an automatic focus adjustment using the infrared region is made using the fact that the CCD4 can also be sensitive to the infrared region, thus making it possible to make an automatic focus adjustment in photographing the subject having a low illuminance that has difficulty in performing a ranging operation with high accuracy from data about the visible-light region (S14).

[0033] When the photographic switch is operated to the position of S2 (second step) here (S15), the diaphragm is controlled by the automatic exposure adjustment (AE) (S16). A photography exposure (true exposure) is then performed (S17), and an image signal obtained from the CCD 4 is stored in the storage medium (S18). Since the infrared cut filter 18 is retracted from the

optical path when the subject image having a low illuminance is taken as described above, the subject image having a low illuminance can be taken by giving a necessary, sufficient amount of light to the CCD 4, without increasing the sensitivity of the CCD 4 or without increasing the illuminance of the photographic subject by means of an illuminating device.

[0034] Additionally, since the ultraviolet cut filter 19, instead of the infrared cut filter 18, is inserted into the optical path when the infrared cut filter 18 is retracted to take the subject image having a low illuminance, unnecessary short-wavelength light can be prevented from being mixed when the subject having a low illuminance is photographed by the ultraviolet cut filter. Therefore, photography that has high image quality and that has a wide luminance dynamic range can be performed in cooperation with the highly accurate AF and AE control using the CCD 4.

[0035] Meanwhile, if the image pickup device is provided with a strobe light, the illuminance of a photographic subject can be increased by being illuminated with the strobe light when the subject having a low illuminance is photographed. Therefore, even if the subject image has a low illuminance, photography can be performed in a state in which the infrared cut filter 18 is inserted in the optical path in the same way

as at a suitable illuminance level. However, for example, the automatic focus adjustment (AF), which uses the CCD 4 and which is made after being subjected to a temporary exposure before performing actual photography, must be made in the state of not being illuminated with the strobe light. When the subject image has a low illuminance, it is difficult to make a highly accurate automatic focus adjustment from the data of the visible-light region in which the infrared region has been cut by the infrared cut filter 18.

[0036] Therefore, when the subject image has a low illuminance, it is preferable to make an automatic focus adjustment using the data of the infrared region at the step of a ranging operation performed before flashing a strobe light even if the image pickup device includes the strobe light used for illumination. The flowchart of FIG. 7 shows the control suitable for photography using the strobe light.

[0037] The illuminance A of the subject image is calculated by a temporary exposure in an initial state in which the infrared cut filter 18 is inserted in the optical path. A comparison is then made between the illuminance A and the minimum illuminance B of the CCD 4. Since steps (S21 to S31) performed when the actual illuminance A exceeds the minimum illuminance B are the same as the steps S1 to S11 shown in the flowchart

of FIG. 6, a description thereof is omitted. Only the control performed when the actual illuminance A is below the minimum illuminance B will be hereinafter described.

[0038] First, if the photometry value (illuminance of the photographic subject) A calculated by the temporary exposure is below the minimum illuminance B (S26), the infrared cut filter 18 is retracted from the optical path, and the ultraviolet cut filter 19, instead of the infrared cut filter 18, is inserted into the optical path (S32). The CCD 4 is allowed to perform a temporary exposure in this state (S33). The ranging for the automatic focus adjustment (AF) is then calculated using the data of the infrared region obtained from the CCD 4 in the state in which the infrared cut filter 18 has been retracted therefrom, and the focus lens is moved in accordance with the calculation result of the ranging (S34).

[0039] An EVF is allowed to display an image obtained by the temporary exposure for the automatic focus adjustment (S35). Although a photographic result of the image of the subject having a low illuminance that has not been illuminated is displayed, the amount of light received by the CCD 4 can be increased, and a discernible display state can be obtained, because the infrared cut filter 18 is retracted. When the photographic switch is operated to the position of S2 (second step) (S36),

the infrared cut filter 18 retracted from the optical path is returned to the optical path, and, instead, the ultraviolet cut filter 19 inserted in the optical path is retracted from the optical path (S37).

[0040] Since the focal point by the automatic focus adjustment fits the retracted state of the infrared cut filter 18 at this time, a need arises to correct a deviation in the focal point caused by inserting the infrared cut filter 18. A deviation D in the focal point is calculated by the following formula.

[0041]

[Formula 1]

$$D = (t1 \cdot (2n_d - 1) / n_d) - (t2 \cdot (2n_\lambda - 1) / n_\lambda)$$

$$n_d^2 = A1 + A2 \cdot \lambda_d^2 + A3 \cdot \lambda_d^{-2} + A4 \cdot \lambda_d^{-4} + A5 \cdot \lambda_d^{-6} + A6 \cdot \lambda_d^{-8}$$

$$n_\lambda^2 = A1 + A2 \cdot \lambda^2 + A3 \cdot \lambda^{-2} + A4 \cdot \lambda^{-4} + A5 \cdot \lambda^{-6} + A6 \cdot \lambda^{-8}$$

t1; Thickness of the infrared cut filter

t2; Thickness of the infrared transmission filter (ultraviolet cut filter)

n_d ; Refractive index in D line of the infrared cut filter

n_λ ; Refractive index in wavelength λ of the infrared transmission filter

λ_d ; Wavelength of D line

λ ; Wavelength of infrared rays

A1 to A6; Constants by optical materials (determined according

to the minimum mean square method)

[0042] When the infrared cut filter 18 is returned to the optical path (S37), corrections to the automatic focus adjustment are made based on the deviation D in the focal point calculated according to Formula 1 (S38). The diaphragm control based on the automatic exposure adjustment is then performed in correspondence with a strobe flash described later (S39). The image of the subject is actually illuminated by flashing the strobe light here (S40), and photography is performed while exposing the CCD 4 to the illuminating reflection light (S41). An image signal obtained from the CCD 4 is stored in the storage medium, and the photography is ended (S42).

[0043] If an automatic focus adjustment is made using the infrared region in the retracted state of the infrared cut filter 18 as described above, photography can be performed using the CCD 4 while rendering the CCD 4 sensitive to the infrared region even if a subject image has a low illuminance without a strobe flash. Therefore, a ranging operation can be performed with high accuracy, and the EVF can excellently display an image by using the signal of the image taken by the CCD 4.

[0044] Moreover, when the infrared cut filter 18 is inserted into the optical path in correspondence with strobe photography, a deviation D in the focal point caused by inserting this filter

is calculated, and the focal point determined in the retracted state of the infrared cut filter 18 is corrected. Therefore, a deviation in the focal point can be prevented from occurring in strobe photography performed in the state in which the infrared cut filter 18 is inserted in the optical path.

[0045] In the embodiment mentioned above, when the subject having a low illuminance is photographed, the infrared cut filter is automatically retracted from the optical path by making a comparison between the illuminance of the subject image and the minimum illuminance. However, it is possible to employ a structure in which, when it is detected that the subject image has an illuminance lower than a predetermined illuminance, a warning that the infrared cut filter should be detached is issued, and the infrared cut filter is retracted from the optical path through a manual operation.

[0046]

[Effects of the Invention] As described above, according to the image pickup device of the present invention, it is judged that, based on a comparison between an illuminance of a photographic subject and a predetermined minimum illuminance, a subject having a low illuminance that makes photography impossible is photographed in a state in which the infrared cut filter is inserted in the optical path, and the infrared

cut filter is retracted from the optical path when photography is performed with a low illuminance. Therefore, advantageously, a subject image having a low illuminance can be taken, and the AF control and the AE control can be performed with high accuracy when the illuminance is low.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[FIG. 1] Block diagram showing a basic structure of the image pickup device according to the present invention.

[FIG. 2] Block diagram showing a system structure of an embodiment.

[FIG. 3] View showing a first structural example of the filter unit.

[FIG. 4] View showing a second structural example of the filter unit.

[FIG. 5] View showing a third structural example of the filter unit.

[FIG. 6] Flowchart showing the first embodiment of photographic control that includes filter switching control.

[FIG. 7] Flowchart showing the second embodiment of photographic control that includes filter switching control.

[FIG. 8] Diagram showing light-receiving sensitivity characteristics of the solid-state image pickup element.

[FIG. 9] Diagram showing transmission characteristics of the

infrared cut filter.

[FIG. 10] Sectional view of a conventional optical system showing a state in which an infrared cut filter is attached.

[Description of Symbols]

- 1 Optical system
- 2 Diaphragm
- 3 Optical filter unit
- 4 CCD (solid-state image pickup element)
- 8 AF arithmetic circuit
- 9 AE arithmetic circuit
- 10 CPU
- 11 AF motor
- 12 Diaphragm motor
- 16 Filter unit actuator

FIG. 1

Illuminance of the subject image

Minimum illuminance

Illuminance comparison means

Infrared cut filter switching means

Optical system

Infrared cut filter

Short-wavelength light cut filter

Image information correction means

Solid-state image pickup element

FIG. 2

Photographic subject

11 AF motor

13 Memory

8 AF arithmetic processing circuit

10 CPU

12 Diaphragm motor

16 Filter unit actuator

6 Process circuit

7 Video signal processing circuit

9 AE arithmetic circuit

14 CCD driving circuit

15c Photometry circuit

FIG. 8

Relative output

P-well sensor

MD sensor

Wavelength of incident light

FIG. 6

S1 Power source ON

S2 Initialize

S3 S1 ON

S4 Temporary exposure

S5 Calculate a photometry value

Photometry value: A

S6 Minimum limit of the CCD

Comparison with illuminance B

S9 Diaphragm

S10 Exposure

S11 Store

S12 Optical filter switching

S13 Temporary exposure

Calculate a photometry value

S16 Diaphragm

S17 Exposure

S18 Store

FIG. 7

S21 Power source ON

S22 Initialize

S24 Temporary exposure

S25 Calculate a photometry value

Photometry value: A

S26 Minimum limit of the CCD

Comparison with illuminance B

S29 Diaphragm

S30 Exposure

S31 Store

S32 Optical filter switching

Retract the infrared filter

S33 Exposure control

S35 EVF display

S37 Optical filter switching

(Insert the infrared filter)

S38 AF correction (by AF*)

S39 Diaphragm

S40 Strobe flash

S41 Exposure

S42 Store

Fig.1

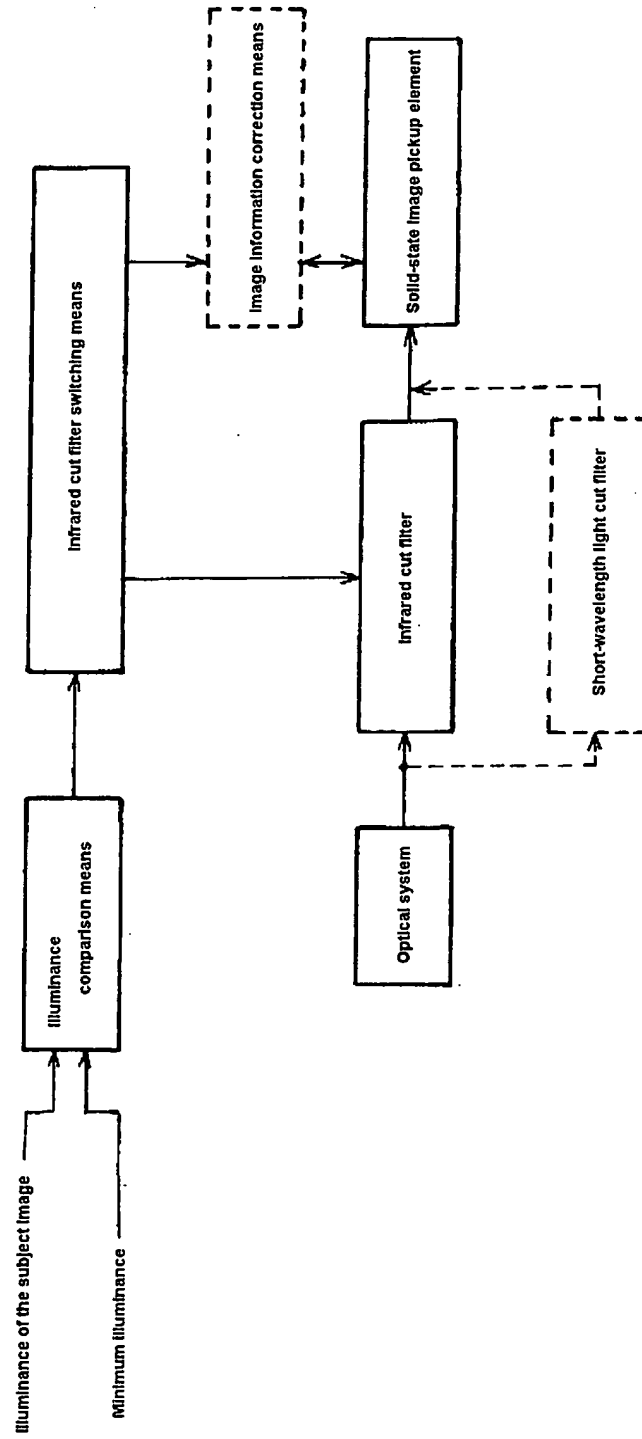


Fig. 2

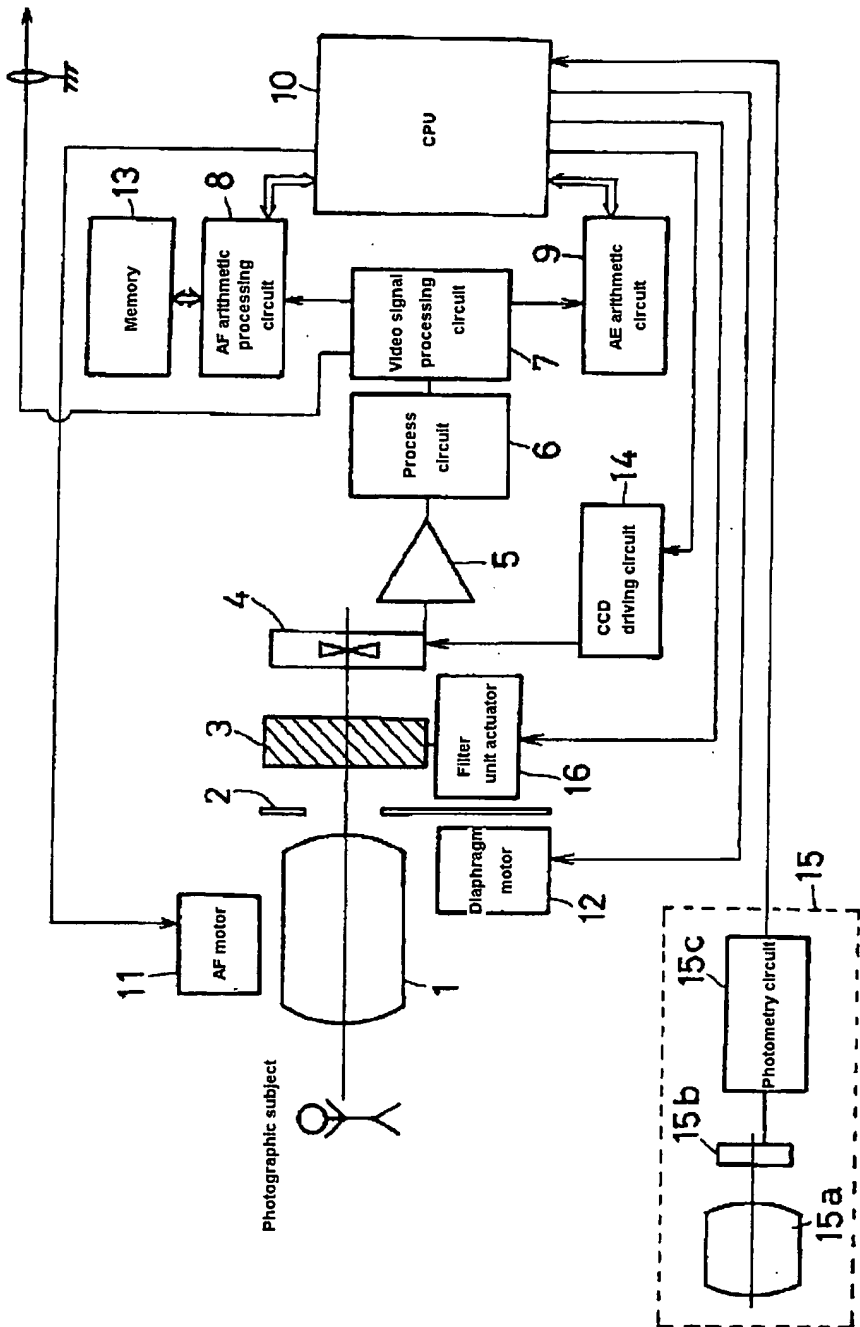


Fig.3

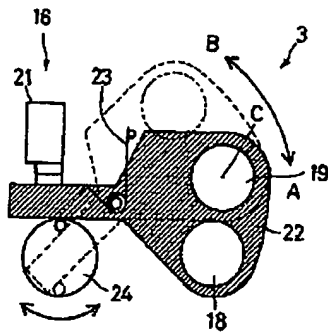


Fig.4

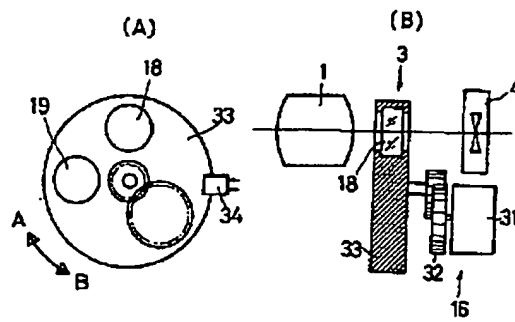


Fig.5

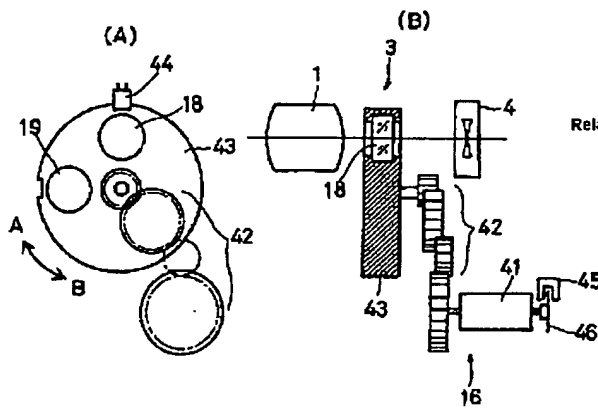


Fig.8

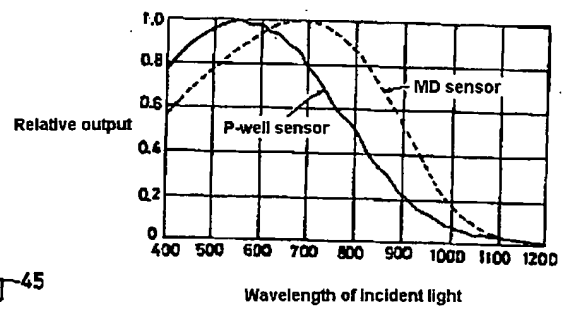


Fig.9

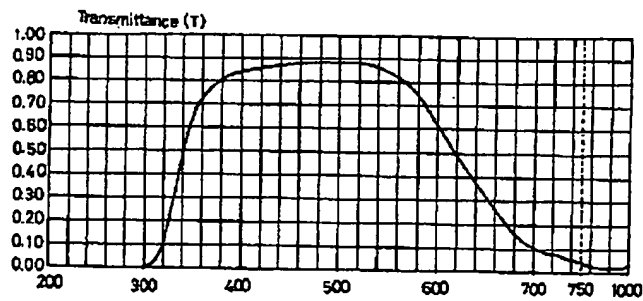


Fig.10

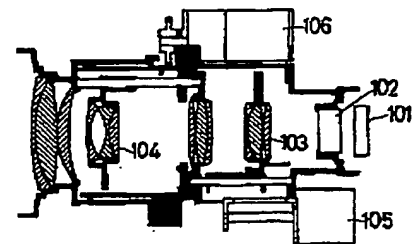


Fig.6

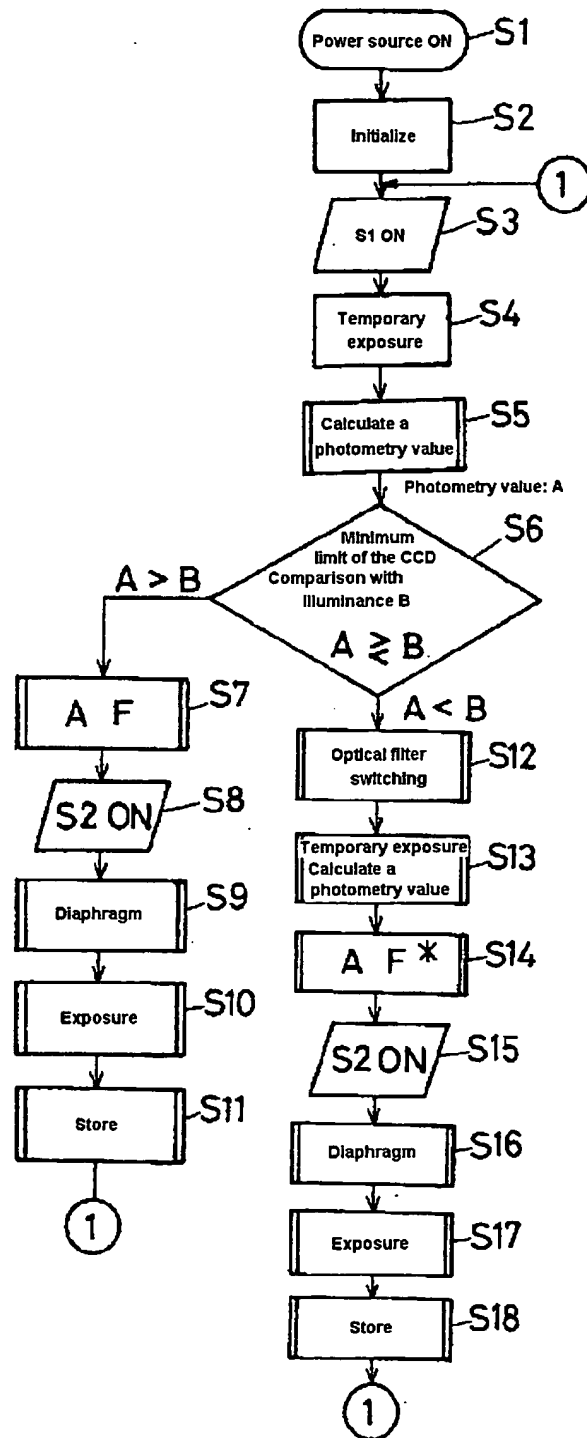


Fig.7

